DOI: 10.21513/0207-2564-2017-1-18-40 УДК 504.7

МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ И СТОКАМИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.Л. Говор

Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН,
Россия, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, 20Б; *irina_govor@list.ru*

Резюме. В статье приведена методология и анализ результатов мониторинга выбросов парниковых газов CH_4 и N_2O от отходов и сточных вод в России за период с 1990 по 2014 гг. Мониторинг осуществлялся для следующих источников выбросов парниковых газов:

– захоронение и компостирование твердых отходов;

– очистка сточных вод и их поступление в поверхностные водные объекты.

Выбросы CH_4 и N_2O от обращения с отходами и стоками в 2014 году составили 112 570 тыс.т. CO_2-экв., что на 45.3% выше уровня базового 1990 года. Согласно моей оценке, их вклад в совокупный антропогенный выброс парниковых газов в России сравнительно невелик, но в отличие от других источников имеет отчетливую тенденцию к возрастанию, увеличившись с 2.1% в 1990 году до 4.2% в 2014 году. Наибольший вклад как в общий выброс от отходов и стоков, так и в его динамику внесли выбросы CH_4 от захоронения твердых бытовых отходов, возросшие от уровня 1990 года на 77% и составившие к 2014 году 76120 тыс.т. CO_2-экв. Увеличение этих выбросов, несмотря на некоторое снижение численности населения, было вызвано ростом количества отходов, накапливаемых на свалках и полигонах. Таким образом, в качестве основных мер по снижению выбросов парниковых газов можно рассматривать уменьшение объемов захоронения твердых отходов, а также утилизацию CH_4 на полигонах путем его сжигания. Результаты мониторинга могут быть использованы не только для общей оценки ситуации с выбросами от отходов и стоков в стране, но и для международной отчетности в соответствии с обязательствами страны по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола к ней.

Ключевые слова. Климат, парниковые газы, отходы, сточные воды, жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность, полигон захоронения отходов, станция очистки сточных вод, компостирование отходов, закись азота, метан.

MONITORING OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM WASTE AND WASTEWATER MANAGEMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION

I.L. Govor

Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS,
20B, Glebovskaya str., 107258, Moscow, Russia; *irina_govor@list.ru*

Summary. The article presents the methodology and analysis of evaluation greenhouse gases emissions CH_4 and N_2O from waste and wastewater in Russia for the period from 1990 to 2014. This monitoring considered the following sources of greenhouse gases emissions:

– disposal and composting of solid waste;

– wastewater treatment and discharge to water ways.

CH_4 and N_2O emissions from waste and wastewater in 2014 totaled 112 570 tons CO_2 eq., which is 45.3% higher than the base year 1990. According to my assessment, their contribution to the total anthropogenic greenhouse gas emissions in Russia is relatively small, but in contrast to other sources has a distinct trend to increase, rising from 2.1% in 1990 to 4.2% in 2014. The largest contribution in the total emission from waste and effluents, and in its dynamics have CH_4 emissions from disposal of municipal solid waste, increased from 1990 levels by 77% and amounted to 2014 76120 tons CO_2-eq. The emissions growth, despite a slight decline in population, was caused by the increase in the amount of waste accumulated in dumps and landfills. Thus, as the main measures to reduce greenhouse gas emissions can be considered the decrease in solid waste disposal, and recovering CH_4 with burning from landfills. The results of monitoring can be used not only for the overall assessment of the situation with emissions from waste and wastewater within the country, but also for international reporting in accordance withour country's commitments under the UN Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol.

Keywords. Climate, greenhouse gases, waste, wastewater, housing and communal services, industry, landfill, wastewater treatment plant, waste composting, nitrous oxide, methane.

Введение

В течение последних десятилетий во всем мире растет озабоченность вопросом потепления климата из-за усиления парникового эффекта. В рамках международных усилий по предотвращению опасных изменений Российская Федерация ратифицировала основной документ - Рамочную Конвенцию ООН об изменении климата (далее – РКИК ООН) в 1994 году, а в 2004 году – Киотский протокол к ней, предполагающий стабилизацию концентрации парниковых газов (далее – ПГ) в атмосфере на относительно безопасном уровне. В соответствии с обязательствами по этим международным соглашениям в Рос-

сии проводится регулярная оценка антропогенных выбросов ПГ и представление соответствующей отчетности в секретариат РКИК ООН. В декабре 2015 года в Париже утвержден новый климатический договор на смену Киотскому протоколу и ожидается, что он начнет действовать около 2020-го года. Продолжая начатую ранее работу, Россия в рамках этого документа уже взяла на себя обязательства по сокращению выбросов парниковых газов на 25-30% к 2030-му году, по сравнению с 1990-м, что совпадает с внутренней климатической целью страны к 2020 году. Для решения поставленных задач все большую важность имеет развитие и внедрение законодательных, экономических и технических мер углеродного регулирования, ведущих к снижению выбросов ПГ от деятельности человека, что предполагает обязательную оценку текущего уровня вклада в парниковый эффект от различных источников как на мировом уровне, так и на уровне страны.

В соответствии с распоряжением Правительства РФ (Распоряжение…, 2006) Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (далее – ИГКЭ) возложены функции методического центра по оценке антропогенных выбросов парниковых газов в России. В рамках этой работы специалисты ИГКЭ ежегодно разрабатывают Национальный кадастр антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов (далее – Кадастр), используемый как для международной отчетности, так и для оценки ситуации внутри страны. В настоящей статье представлены результаты моих научных исследований, охватывающие оценку выбросов ПГ от отходов и стоков в масштабах всей России за период 1990-2014 годов, использованные при составлении Кадастра в 2016 году. С текстом Кадастра и итоговыми электронными таблицами можно ознакомиться на официальном сайте РКИК ООН http://unfccc.int/.

К настоящему моменту в России было сделано некоторое количество проектов по мониторингу выбросов ПГ от отходов и стоков, в которых рассматривались некоторые аналогичные моим задачам аспекты. Так, в ряде субъектов России, начиная с 1999 г., проводились региональные инвентаризации выбросов ПГ по методикам, частично сопоставимым с использованными в моей работе (Инвентаризация..., 2015; Сафонов, 2004). Следует отметить и наличие отдельных специализированных исследований, охватывающих только выбросы ПГ от отходов или стоков на территории всей страны (Абрамов и др., 1991; Волынкина, Зайцева, 2010; Гюнтер, Гольдфарб, 1996). Однако, представленные мною результаты мониторинга значительно полнее и, в отличие от других исследований, проведены с использованием новейших научных подходов (МГЭИК, 2006), включают всесторонний охват источников по всей территории России, а также непрерывный ряд сравнимых ежегодных наблюдений за последние 25 лет.

1. Методология мониторинга выбросов парниковых газов

Методической основой этой работы были выбраны руководства, разработанные Межправительственной группой экспертов по изменению климата

(далее – МГЭИК) (МГЭИК, 2006), которые были дополнительно адаптированы мной для российских условий. Мониторинг выбросов ПГ выполнен расчетным путем на основе ежегодных данных о приводящей к выбросам деятельности для периода с 1990 по 2014 год. Первичные данные для расче-тов, а также необходимая методическая информация собраны с использова-нием российской и международной статистической отчетности, официальных информационно-аналитических материалов, а также научно-технических публикаций. Такая работа проводится мной уже в течении ряда лет, при этом постоянно ведется работа как по уточнению и детализации исходных данных, так и по совершенствованию методических подходов.

Отходы и стоки могут являться источниками различных ПГ в зависимости как от их состава, так и от методов обращения с ним. Включенные в настоящую статью оценки охватывают выбросы всех ПГ, кроме контролируемых Монреальским протоколом (т.е. кроме газов, являющихся не только парниковыми, но и озоноразрушающими), на всей территории РФ. Детализация выбросов произведена как по отдельным парниковым газам, так и по их источникам, с целью как можно более полного их охвата.

В методике МГЭИК (МГЭИК, 2006) выбросы, связанные с обращением с отходами, объединены с выбросами от загрязненных сточных вод в один источник «Отходы», поэтому в данной статье они рассматриваются совместно. Однако часть выбросов, имеющих отношение к отходам и стокам, были отнесены мной к другим тематическим секторам и в данной статье не рассматриваются. Так, выбросы ПГ от сжигания отходов, а также биогаза (выделяющегося на свалках или станциях очистки сточных вод) отнесены к источникам энергетического сектора, так как в России они практически во всех случаях сопровождаются использованием выделяющейся энергии и тепла. К этим же источникам отнесены выбросы, образующиеся от использования топлива в процессах обращения с отходами и стоками (например, при транспортировке отходов). Следует также отметить, что мной рассматривались только выбросы антропогенного происхождения, поэтому биогенные выбросы диоксида углерода (далее – CO_2), выделяющегося при разложении органики природного происхождения не включены в итоговые величины, представленные в данной работе.

Таким образом, мной рассматривались следующие источники, деятельность которых приводит к наиболее значимым в масштабах страны выбросам ПГ:

–захоронения твердых отходов на свалках и полигонах (выбросы метана, далее – CH_4);

–от биологической обработки твердых отходов (выбросы CH_4 и закиси азота, далее – N_2O);

–от очистки коммунально-бытовых и промышленных сточных вод (выбросы CH_4);

–от загрязненных стоков, поступающих в поверхностные воды (выбросы N_2O).

1.1. Твердые отходы как источники выбросов парниковых газов

Согласно принятой в России практике учета отходов все образующиеся отходы условно подразделяют на бытовые (коммунальные) и промышленные в зависимости от их происхождения. Отходы собираются и далее используются повторно, перерабатываются или удаляются различными способами, предусматривающие снижение их негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Основным способом окончательного удаления твердых отходов (за исключением отходов горнорудной промышленности) в России является их складирование на специально оборудованных полигона, где они захораниваются в грунте или специальных картах и покрываются слоями изолирующего материала (СанПиН 2.1.7.1322-03, 2003; СП 2.1.7.1038-01, 2001). К сожалению, некоторая часть отходов размещается на несанкционированных объектах, или свалках, на которых не соблюдается технология захоронения. Сбор и вывоз твердых бытовых отходов (далее – ТБО) от населения на полигоны ТБО может производится как централизованно, так и самостоятельно самими жителями. Предприятия могут размещать свои твердые промышленные отходы (далее – ТПО) в зависимости от степени их опасности, как на специализированных полигонах, так и на полигонах для ТБО.

На всех таких объектах происходят процессы разложения органического материала, при котором возможно образование значительного количества CH_4 в анаэробных условиях, CO_2 биогенного происхождения и незначительное количество некоторых других ПГ, образуя так называемый свалочный газ (биогаз). Важной особенностью этого процесса является то, что выделение газов происходит в течении длительного времени. Выделяющийся биогаз можно собирать и сжигать для получения энергии и тепла, однако в России такие проекты не получили достаточного распространения.

Другим способом снижения массы отходов и их обезвреживания, сопровождающимся выделением ПГ, является биологическая обработка отходов по технологии биотермического компостирования. Эта технология применяется в России с 1971 года на специализированных мусороперерабатывающих заводах (Мирный, Скворцов, 2007). Такое компостирование является аэробным процессом, при котором образуются небольшие выбросы CH_4 и N_2O, а большая часть способного к разложению органического углерода отходов преобразуется в биогенный CO_2.

Другие способы обращения с отходами, например: транспортировка, утилизация (кроме биологической) или захоронение жидких отходов не рассматривались мной при выполнении мониторинга, так как они не находят широкого применения в России.

1.2. Методика мониторинга выбросов метана от захоронения отходов

Основными исходными данными, определяющими количество выбросов ПГ является масса органического вещества отходов, а интенсивность их выделения зависит от конструкции полигонов, обращения на них с отходами

и климатических условий. Для выполнения мониторинга использовался так называемый «Метод затухания первого порядка» (МГЭИК, 2006). Данный усложненный метод расчета учитывает, что способные к разложению органические компоненты отходов медленно разлагаются с образованием CH_4 на протяжении нескольких десятилетий. В расчетах был использован временной ряд данных по захоронению отходов с 1960 года, при этом было принято, что выбросы от таких отходов образуются до последнего времени.

Так как образование CH_4 на объектах захоронения разной конструкции происходит с разной интенсивностью от разных типов отходов, его выброс определялся как сумма выбросов от трех типов источников, со своим набором исходных данных и параметров для расчета:

– ТБО, централизованно размещенные на крупных контролируемых полигонах;

– ТПО, размещенные на крупных контролируемых полигонах;

– ТБО, самостоятельно размещенные населением на небольших свалках.

Учитывая, что большая часть отходов в стране размещаются на крупных и очень крупных полигонах ТБО, мною было принято допущение, что все централизованно вывозимые ТБО и все ТПО захораниваются на хорошо контролируемых полигонах с анаэробными условиями разложения отходов, а все самостоятельно собираемые и размещаемые населением ТБО – на неконтролируемых неглубоких свалках (Волынкина, Зайцева, 2010; Постановление... 2009; Постановление, 2012).

Наибольшую сложность в этой работе представлял подбор исходных данных за такой длительный срок – более 50 лет – о массе удаленных отходов, а также и об их составе для оценки содержания органики. Данные о массе централизованно захораниваемых ТБО за этот период времени отсутствуют, поэтому были взяты исторические данные о организованном вывозе ТБО из населенных пунктов за 1960-1990 гг. из литературы (Абрамов и др., 1991), а современные – получены на основе российских статистических данных об объеме вывоза коммунальных отходов (ЕМИСС, 2016; ЦБСД, 2016). Все такие отходы, за вычетом количества ТБО, утилизированного на мусоросжигательных и компостных заводах, считались размещенными на полигонах. Технология сжигания отходов начала применяться в России в промышленных масштабах с 1975 г., а компостирование - с 1971 г. Данные о массе таким образом удаляемых отходов были получены из публикаций в государственных докладах и официальных отчетах предприятий, а при их отсутствии - рассчитаны исходя из данных о мощности соответствующих заводов (Мирный и др, 2010; Сперанская, Цитцер, 2004).

К сожалению, данные о количестве самостоятельно вывозимого населением ТБО отсутствуют, поэтому для расчета были использованы собственные экспертные оценки о количестве жителей, не охваченных системой централизованного вывоза отходов (на основе сведений по отдельным регионам РФ о доле населения, охваченного системой централизованного вывоза отходов), и данные об удельном образовании отходов (Постановление..., 2013; Постановление...., 2009; Постановление..., 2012). При этом было принято во внима-

ние, что исторически в России нецентрализованный вывоз отходов преимущественно использовался сельскими жителями и, кроме того, их основным способом утилизации является захоронение.

В качестве исходных данных о ТПО были использованы прямые данные о количестве захораниваемых на полигонах отходов из статистической отчетности об обращении с отходами по типам промышленности в России за последние несколько лет, представленные Росприроднадзором. Для оценки выбросов CH_4 мной были выбраны те типы промышленности, отходы от которых содержат заметное количество органического углерода: производство пищевых продуктов; текстильное и швейное производство; обработка древесины и производство изделий из дерева; лесное хозяйство; целлюлозно-бумажное производство и полиграфическая деятельность; сельское хозяйство и охота; рыболовство и рыбоводство; производство кожи и изделий из нее; а также строительство. Поскольку надежных данных по объемам образования или захоронения отходов по типам промышленности до 2006 г. не имеется, были использованы собственные оценки, для которых объемы захоронения, начиная с 1960 года, определялись на основе существующих современных данных при помощи драйверов, в качестве которых были выбраны индекс промышленного производства и индекс производства продукции сельского хозяйства России (МГЭИК, 2006; Народное хозяйство РСФСР, 1970-1990).

Помимо массы отходов одним из наиболее важных параметров для проведения мониторинга является определение их состава с оценкой доли биогенного (органического) углерода, способного разлагаться с образованием метана. Его содержание в ТБО оценивалось с учетом имеющихся российских данных по эволюции его фракционного состава и данных о содержании органики в этих компонентах (Мирный и др., 1985; Мирный и др., 1990; Систер и др., 2001; Мирный и др., 2005; Мирный и др., 2010; Инструкция, 1980; Методические указания, 1989). В расчет принимались такие компоненты, как: бумага, текстиль, кости, пищевые отходы, дерево и отсев. Для ТПО национальные оценки представляют большую сложность в виду разнообразия отходов, поэтому были взяты обобщенные значения органического углерода, предлагаемые в методике МГЭИК (МГЭИК, 2006) для отходов выбранных отраслей промышленности без учета их изменений во времени.

Другие использованные в расчете параметры, такие как: коэффициент образования метана на разных типах полигонов (свалок), скорость разложения различных типов отходов; разложимая доля органического углерода; содержание метана в биогазе и коэффициент окисления метана в поверхностном слое полигона – были выбраны из значений, предлагаемых в методических рекомендациях МГЭИК (МГЭИК, 2006), с учетом природных особенностей России (СП 131.13330.2012, 2012) и применяемых в стране технологий захоронения отходов (Инструкция, 1998; СП 2.1.7.1038-01, 2001).

Сбор и утилизация свалочного газа в России проводится только в ограниченных масштабах, и ввиду незначительности количества извлеченного CH_4, этот процесс не был учтен в нашей работе.

1.3. Методика мониторинга выбросов метана и закиси азота от компостирования отходов

Основными исходными данными, определяющими количество выбросов CH_4 и N_2O при биологической обработке отходов является их масса и тип используемой технологии. В расчет были включены выбросы только от аэробного биотермического компостирования ТБО, так как это единственный способ утилизации отходов достоверно применяемый в России в заметных объемах. Рекуперация образующегося биогаза, по нашим данным, в России не производится и в расчет не включена.

Исходная масса компостируемых отходов была рассчитана на основе данных о мощности соответствующих заводов (Мирный и др., 2010), а также по возможности использовались фактические данные о количестве таких отходов, публикуемые в государственных докладах и официальных отчетах предприятий.

В качестве коэффициентов выбросов для CH_4 и N_2O, определяющих массу выбросов ПГ в зависимости от применяемых технологий, были использованы значения, предлагаемые МГЭИК (МГЭИК, 2006) для биологической обработки отходов, так как национальные оценки отсутствуют.

2. Загрязненные сточные воды как источник выбросов парниковых газов

Так же, как и отходы, образующиеся от деятельности людей, сточные воды условно подразделяют на бытовые и промышленные стоки (далее – БСВ и ПСВ) в зависимости от их происхождения. Для снижения вредного воздействия загрязненных сточных вод на окружающую среду и здоровье человека их пропускают через системы очистки. Для этого стоки могут как централизованно собираться от различных источников и направляться на общую станцию очистки, так и очищаться непосредственно на месте образования. В отдельных случаях возможен сброс стоков (в том числе несанкционированный) в водные объекты без достаточной очистки.

Наиболее распространенным методом очистки коммунальных стоков в России является использование комплексных водоочистных сооружений различной конструкции – централизованных станций очистки сточных вод, организованных для сбора, поэтапной очистки и отведения стоков в водные объекты. Для очистки сточных вод от домашних хозяйств часто используются локальные системы септической очистки, кроме того, часть таких стоков может поступать в выгребные ямы или непосредственно в окружающую среду без очистки. Промышленные предприятия могут как организовывать свои сооружения очистки стоков, так и передавать стоки в коммунальную систему очистки, в зависимости от уровня их загрязненности. Очищенные стоки могут быть использованы повторно или поступать в окружающую среду (СанПиН 2.1.5.980-00, 2000).

На всех этапах очистки сточных вод возможно образования осадка (ила) сточных вод, который извлекают и удаляют как другие отходы – захоранивают, сжигают или компостируют. Осадок, содержащий большое количество биологически разложимых веществ, может быть подвергнут дополнительному сбраживанию в специальных сооружениях - метантенках или реакторах перед его утилизацией. На очистных станциях используются различные конструкции метантенков, в том числе оснащенные системами сбора и сжигания биогаза (Гюнтер, Гольдфарб, 1996; СП 32.13330.2012, 2012).

При обработке на очистных сооружениях или сбросе в поверхностные водные объекты загрязненные органическими веществами стоки и их осадок могут быть источником CH_4 при анаэробном распаде, а также N_2O и биогенного CO_2.

На централизованных станциях очистки стоков основными источниками CH_4 являются отдельные сооружения, на которых используются технологии анаэробной биологической очистки стоков, а также метантенки. Кроме того, небольшие выбросы CH_4 могут возникать на аэробных сооружениях, работающих с перегрузкой или нарушением технологии. В связи с климатическими особенностями, в России на централизованных станциях очистки преимущественно используют аэробные технологии (ИТС 10-2015, 2015; СП 32.13330.2012, 2012).Анаэробные условия в септиках и выгребных ямах также могут быть источником значительных выбросов CH_4. Выделение N_2O сопутствует распаду азотных компонентов в сточных водах, таких как мочевина, белок и др. Эти выбросы могут происходить как на очистных сооружениях (при наличии специальной системы для удаления азотных соединений), так и в водоемах, принимающих стоки.

При работе метантенков с системами сжигания биогаза выделяющееся тепло используется в энергетических целях для обогрева этих метатенков, поэтому выбросы ПГ, образующиеся в результате этого процесса, не учтены в настоящей работе. Кроме того, другие способы обращения со стоками, например: транспортировка, повторное использование или сжигание также не рассматривались в данном исследовании, так как они не находят широкого применения в России или не дают значительных выбросов ПГ.

2.1. Методика мониторинга выбросов метана от очистки сточных вод

Объем выбросов CH_4 от систем очистки сточных вод в первую очередь зависит от количества разлагаемых органических веществ в них, а интенсивность их выделения – от температуры и конструктивных особенностей систем обработки. При этом расчеты для БСВ и ПСВ проводятся мной отдельно ввиду различного подхода к определению данных о деятельности и необходимости применения различных коэффициентов и параметров.

Основными исходными данными, определяющими количество выбросов ПГ от БСВ, является численность жителей, использующих определенную систему очистки, и количество поступающих в них загрязняющих органических веществ. В связи с этим, несмотря на конструктивное разнообразие

систем очистки БСВ, выброс CH_4 от этого источника определялся как сумма выбросов от 4 систем очистки (Гюнтер, Гольдфарб, 1996; СНиП 2.04.03-85; СП 32.13330.2012. 2012):

- централизованных станций очистки стоков с обработкой осадков в метантенках (1 тип);
- централизованных станций очистки стоков, не оборудованных метантенками (2 тип);
- септических отстойников с обработкой на месте (3 тип);
- без систем очистки, с использованием выгребных ям (4).

Численность городских и сельских жителей была получена из статистической отчетности о численности населения России (ЕМИСС, 2016; ЦБСД, 2016).

Для определения количества людей, использующих системы 1 типа, мною было принято допущение, что все жители городов с численностью более 100 тыс.чел. используют системы очистки сточных вод, оборудованные метантенками (СП 32.13330.2012, 2012). Данные о численности населения таких городов получены из статистической отчетности о численности жителей городов (ЕМИСС, 2016; ЦБСД, 2016). В связи с введением в действие в 1998 году в г. Санкт-Петербурге заводов по сжиганию осадка сточных вод, эти значения были скорректированы в сторону уменьшения с учетом численности жителей города и мощности заводов (Васильев, Григорьева, 2006). При этом сделано допущение, что этот осадок не поступает на биологическую обработку и не участвует в процессе выделения CH4 от сооружений очистки стоков.

Далее была рассчитана численность остальных жителей России, использующих другие системы очистки/сброса БСВ. В качестве основной характеристики, отражающей использование этих систем, были выбраны статистические данные об обеспечении жилого фонда канализацией, в том числе централизованной (системы типа 2) и нецентрализованной (системы типа 3), полученные из российской статистической отчетности (ЕМИСС, 2016; ЦБСД, 2016), отдельно для городских и сельских населенные пунктов. Жители страны, не пользующиеся канализацией, считались охваченным системами типа 4.

Для расчета массы органических веществ в бытовых стоках было использовано принятое в России значение удельного количества таких загрязнений (показатель «биологическое потребление кислорода»), поступающего в сточные воды от каждого жителя (СП 32.13330.2012, 2012).

Для учета дополнительного загрязнения от организаций сферы услуг в системах очистки БСВ в расчете используется коэффициент дополнительных сбросов БПК, в качестве которых используются национальное (для централизованно очищаемых стоков) и рекомендуемое МГЭИК (для локально очищаемых стоков) значения (СП 32.13330.2012, 2012; МГЭИК, 2006).

Удаление органики с илом в расчете не учитывалось, так как согласно рекомендациям МГЭИК (МГЭИК, 2006) все возможные выбросы CH_4 от органических веществ в БСВ считались выделившимися при очистке стоков или в метантенках.

Коэффициенты, определяющие интенсивность выбросов CH_4 от разных систем очистки БСВ, а также способность органики в стоках к разложению, были выбраны из значений, предлагаемых методикой МГЭИК (МГЭИК, 2006), с учетом климатических особенностей России (СП 131.13330.2012, 2012) и применяемых в стране технологиях очистки сточных вод (ИТС 10-2015, 205; СП 32.13330.2012, 2012).

Данные о количестве и режиме работы метантенков, оборудованных системами сжигания биогаза, взяты из отчетов российских экспертов (Гюнтер, Гольдфарб, 1996). Сожженный CH_4 был исключен как утилизированный из общей массы выбросов от БСВ.

Ввиду большого разнообразия производственных систем очистки стоков, в расчете для промышленных стоков, в отличии от БСВ, в качестве источника выбросов CH_4 мной рассматривался только один тип системы очистки для всех предприятий. Он был представлен как условная система биологической очистки с усредненными характеристиками, с допущением, что через нее проходит весь объем образующихся на предприятиях стоков.

Для проведения мониторинга были выбраны наиболее распространенные типы российского промышленного производства, стоки которых обладают высоким уровнем органического загрязнения и требуют применения биологической очистки. Всего в работе рассматривались 15 типов производств следующих отраслей промышленности: пищевой, целлюлозо-бумажной, химической и нефтехимической промышленности, а также первичной переработки нефти.

Основными исходными данными, определяющими количество выбросов ПГ от ПСВ, являлись объем сточных вод от разных типов промышленности и их загрязнение органическими веществами. Содержание органических веществ в ПСВ от отдельных типов производств рассчитывалось исходя из данных об уровне производства соответствующих товаров, удельном объеме образуемых при их производстве сточных вод и удельном загрязнении таких стоков. Данные об объеме промышленного производства отдельных товаров в России получены из статистической отчетности о производстве продукции в натуральном выражении (ЕМИСС, 2016; ЦБСД, 2016). При этом, для расчета были выбраны наиболее характерные для выбранных для мониторинга типов производств виды продукции. Значения объема удельного образования стоков от этих производств и удельное содержание органических веществ в них (по показателю химической потребности в кислороде) были выбраны из значений, предлагаемых в методике МГЭИК (МГЭИК, 2006) ввиду отсутствия надежных российских данных. Единственным исключением было значение загрязненности стоков для целлюлозно-бумажной промышленности, самого крупного источника таких стоков в России, для которого использовано национальное значение (Методические указания, 1978). Возможное удаление части органических веществ из стоков без выделения CH_4 с осадками и илом в системе очистки сточных вод не учитывалось.

Ввиду отсутствия данных о конкретных применяемых системах очистки ПСВ в качестве коэффициента, определяющего интенсивность выбросов CH_4 от таких сооружений, в расчетах использовалось единое оценочное значение, основанное на данных для анаэробных и аэробных систем биологической очистки из методики МГЭИК (МГЭИК, 2006).

Сбор и утилизация CH_4 в расчет в настоящем исследовании не включались ввиду отсутствия информации о проектах по сбору и утилизации биогаза на сооружениях по очистке промышленных стоков.

2.2. Методика мониторинга выбросов закиси азота из загрязненных стоками поверхностных вод

Оценка выбросов N_2O при сбросе загрязненных сточных вод производилась на основе данных о количестве азота, поступающего с БСВ в водные объекты, и условиях протекания реакции. В связи с неразработанностью методологии по выбросам закиси азота из очистных сооружений и недостатка информации о применяемых в России технологиях очистки сточных вод от соединений азота, мною было принято допущение, что все БСВ сбрасываются в водоемы без соответствующей очистки (МГЭИК, 2006). Соответственно, выбросы N_2O от водоочистных сооружений в России не рассматривались. По этим же соображениям, а также в связи с отсутствием достоверных данных о загрязнении сточных вод, выбросы из промышленных стоков не включены в расчет (за исключением стоков организаций сферы услуг, сбрасываемых совместно с БСВ).

Исходные данные о массе азота в стоках рассчитывались на основе информации по удельному потреблению протеина (как главного источника азота в БСВ) в пище на одного жителя, а также общей численности населения. Данные по потреблению протеина в России получены из базы данных Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO, далее – ФАО), как наиболее полно отражающей этот показатель (Faostat, 2016), а при их отсутствии в отдельные годы – на основе оценок с использованием российских статистических данных по среднедушевому потреблению белков в домашних хозяйствах (ЕМИСС, 2016; ЦБСД, 2016). Для тех лет, когда использовались данные ФАО, в расчет были включены данные по численности населения России, полученные также из базы данных ФАО (Faostat, 2016). Для тех лет, когда данные отсутствовали, ряд данных ФАО был продолжен на основе оценок с использованием ряда российских статистических данных по численности населения (ЕМИСС, 2016; ЦБСД, 2016). Для учета поступления использованного в хозяйстве (но не потребленного), а также промышленного протеина в БСВ использованы национальное (СП 32.13330.2012, 2012) и рекомендуемое МГЭИК (МГЭИК, 2006) значения соответствующих коэффициентов.

Коэффициенты и параметры, определяющие интенсивность выбросов N_2O, в том числе доля азота в протеине и коэффициент выбросов из поверхностных вод, взяты из рекомендованных значений МГЭИК (МГЭИК, 2006).

3. Результаты мониторинга выбросов парниковых газов от отходов и стоков

Результаты оценки выбросов ПГ за период 1990-2014 гг. по отдельным источникам от систем обращения с отходами и сточными водами представлены в табл. 1 и на рис. 1 и 2. Выбросы от отходов и стоков в 2014 году составили 112 570 тыс.т. CO_2-экв.,[1] превысив на 45.3% уровень 1990 года, базового для РКИК ООН и Киотского протокола. В период 1990-2014 годов эти выбросы демонстрировали постоянный рост, вследствие чего доля выбросов от обращения с отходами и сточными водами в совокупном национальном выбросе ПГ увеличилась с 2.1% в 1990 году до 4.2% в 2014 году (рис. 2)[2]. При этом в 2014 году доля CH_4 составила 96% от суммарных выбросов ПГ от отходов и стоков, составив 12.7 % от общего выброса CH_4 на территории России. Доля выбросов N_2O от источников сектора составила только 3.4% от общего выброса N_2O (Национальный доклад...., 2016).

Таблица 1. Выбросы парниковых газов от отходов и стоков в России* (тыс. тонн CO_2-экв.)

Год	Захоронение отходов	Компостирование отходов			Очистка сточных вод			Выброс ПГ от отходов и стоков
	Выброс CH_4 от ТБО и ТПО	Выброс CH_4 от ТБО	Выброс N_2O от ТБО	Итого	Выброс CH_4 от БСВ и ПСВ	Выброс N_2O от БСВ	Итого	
1990	47236	24	21	45	27150	3038	30188	77470
1995	52050	36	32	68	23697	2716	26412	78531
2000	54604	43	38	81	24020	2567	26587	81272
2005	59734	43	38	81	25956	2772	28728	88543
2010	69468	41	36	77	26158	2972	29129	98674
2014	81094	47	42	89	28336	3049	31385	112568

** за отдельные годы из периода 1990-2014 годов*

Распределение выбросов ПГ по различным категориям источников (процессам) в 2014 г. показано на рис. 2 и 3. Доминирующую роль играют процессы захоронения твердых отходов, составляя 72%, второе место занимает очистка стоков с 28% выбросов.

Наибольший вклад в общий выброс ПГ от отходов и стоков вносят выбросы CH_4 от **захоронения ТБО**, составившие 67.6% в 2014 г. Выбросы от этого источника постоянно увеличивались в течение всего периода, несмотря

[1] для пересчета выбросов парниковых газов в эквивалент диоксида углерода (CO_2-экв.) использовались 100-летние потенциалы глобального потепления МГЭИК

[2] все итоговые величины для совокупных выбросов ПГ в России даны без учета выбросов и поглощения ПГ в секторе «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство»

на некоторое снижение численности населения, и к 2014 г. их прирост по сравнению с 1990 годом составил около 77% или 33 140 тыс.т. CO_2-экв., что дает наибольший прирост по сектору в целом за период с 1990 по 2014 гг. Выбросы CH_4 от **захоронения ТПО** демонстрировали небольшой постоянный рост с 2001 года после снижения, начавшегося в 1995 году, достигая к 2014 г. уровня на 17% выше 1990 г., что связано с увеличением активности промышленных производств и накоплением отходов от их деятельности. Рост выбросов от этого источника до 1995 года был обусловлен разложением накопившихся ранее отходов.

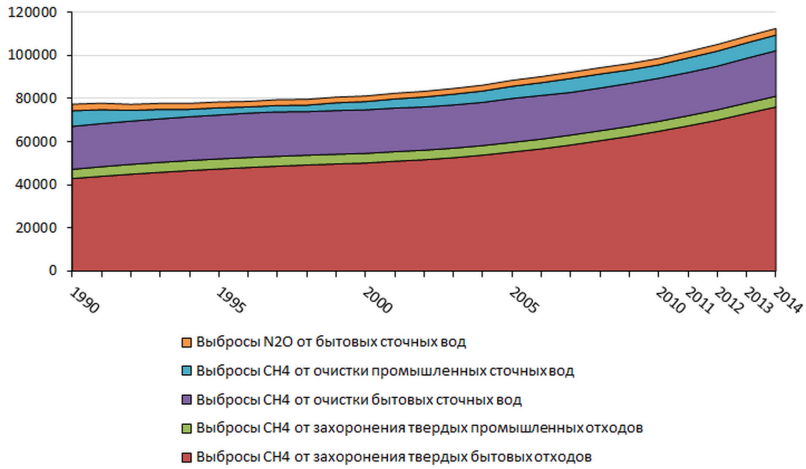

Рисунок 1. Динамика выбросов парниковых газов от отходов и стоков в 1990-2014 гг. (тыс. тонн CO_2-экв.)

Выбросы парниковых газов от компостирования отходов не показаны ввиду их незначительности

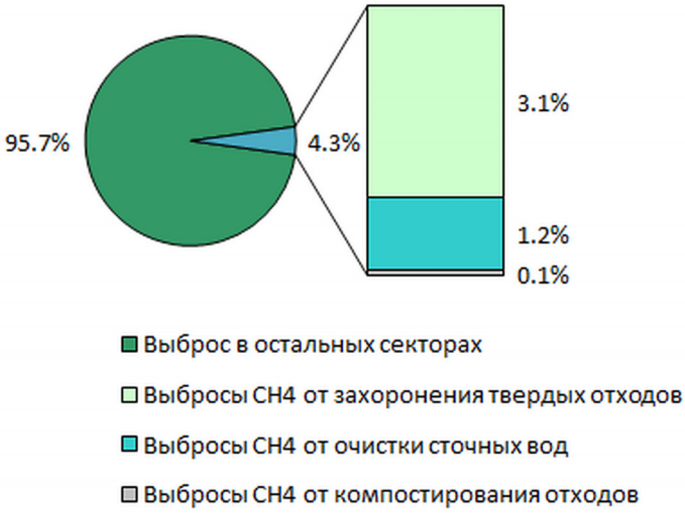

Рисунок 2. Вклад выбросов от отходов и стоков в совокупный выброс ПГ в России в 2014 г.

Рисунок 3. Распределение вкладов отдельных источников в выбросы ПГ от отходов и стоков в 2014 г.

Выбросы парниковых газов от компостирования отходов не показаны ввиду их незначительности

Выбросы N_2O и CH_4 от **компостирования ТБО** оцениваются как незначительные за весь период мониторинга, не превышая суммарно 100 тыс. тонн CO_2-экв. Разнонаправленное изменение количества выбросов связано с деятельностью нескольких функционирующих в России заводов по компостированию отходов.

Выбросы CH_4 от **процессов очистки БСВ** являются следующими по величине вклада, составив в 2014 году 18.7% всех выбросов от обращения с отходами и стоками, что на 6% выше уровня 1990 г. Выбросы этой категории источников отличаются разнонаправленными трендами в разные периоды, так как зависят от таких факторов, как уменьшение численности населения и увеличение его доли, проживающего в канализованных районах. В последние годы на значения выбросов оказывало влияние введение в действие заводов по сжиганию ила, а также рост численности населения крупных городов, где используются метантенки при очистке стоков. Выброс CH_4 от **очистки ПСВ** в 2014 г. вернулся практически на уровень 1990г., не смотря на достаточно сильное снижение в 1995-2000-х годах, связанное с экономическим состоянием страны и промышленных производств. Выбросы N_2O **от бытовых стоков** в 2014 г.также вернулись на уровень1990 года после периода снижения, в связи с увеличением потребления населением белковой пищи.

Заключение

Вклад обращения с отходами и стоками в совокупный антропогенный выброс ПГ в России сравнительно невелик, но имеет постоянную тенденцию к возрастанию, особенно отчетливую с 2001 года, что в первую очередь обусловлено накоплением отходов на свалках и полигонах, частично с внедрением местных очистных систем канализации в населенных пунктах, а также увеличением объемов производства в некоторых отраслях промышленности. Наибольший вклад, не проявляющий зависимости от экономической ситуации, как в общий выброс от отходов и стоков, так и в его динамику, внесли выбросы CH_4 от захоронения твердых бытовых отходов. Рост объемов захоронения ТБО происходил несмотря на уменьшение численности населения страны и связан с увеличением среднедушевого образования отходов, увеличением охвата населения системой централизованного удаления отходов и накоплением их на полигонах.

В качестве основных мер, реализация которых могла бы снизить выбросы, можно рассматривать уменьшение объемов захоронения твердых отходов путем внедрения политики минимизации их образования, роста переработки и утилизации, а также сбор и сжигание CH_4 на полигонах (за счет конверсии выбросов CH_4 в CO_2). Подключение жителей к системам централизованной очистки стоков также может оказать некоторое влияние на уровень выбросов.

Основными проблемами при мониторинге выбросов ПГ следует считать неполноту и низкое качество исходных данных по обращению с отходами и стоками, поэтому в дальнейшем планируется совершенствование наших оценок путем их дальнейшего уточнения. Результаты мониторинга могут быть использованы не только для общей оценки ситуации с выбросами от отходов и стоков в стране, а также для международной отчетности в соответствии с обязательствами страны по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола к ней.

Список литературы

Абрамов Н.Ф., Борисов Ю.А, Воробьев В.А. 1991. Отчет по теме: «Предварительная оценка величины эмиссии метана и углекислого газа в атмосферу от свалок твердых отходов, прогноз на 2000 - 2010 г.», – М., Академия коммунального хозяйства, 70 с.

Васильев Б.В., Григорьева Ж.Л. 2006. Обработка и утилизация осадков сточных вод в Санкт-Петербурге. – Водоснабжение и санитарная техника, № 9, ч. 1, с. 58-62.

Волынкина Е. П., Зайцева Т. Н. 2010. Инвентаризация полигонов и свалок ТБО в России и оценка их метанового потенциала. – ЭКиП: Экология и промышленность России, № 1. с. 30-31.

Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. 1996. Отчет по теме: «Определение количества и характеристик бытовых и промышленных (от различных отраслей хозяйства) сточных вод для оценки эмиссии CH_4 в атмосферу и утилизации биогаза, образующегося при обработке сточных вод в России» - М., НПФ «БИФАР», 35 с.

ЕМИСС. 2016. Единая межведомственная информационно – статистическая система - Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.fedstat.ru/– Загл. с экрана. – Яз. рус.

Инвентаризация объемов выбросов парниковых газов в Ленинградской области. Отчет. 2015 г. – С-П., ООО «ВекторГеоТехнологий».

Инструкция по организации и технологии механизированной уборки населенных мест. 1980. – М., Министерство ЖКХ РСФСР, АКХ им. Памфилова.

Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов твердых бытовых отходов. 1998. – М., Минстрой России, Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова,

ИТС 10-2015. 2015. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов. – М., Бюро НДТ, 377 с.

МГЭИК 2006. 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, т. 1-5..– МГЭИК, Хайяма.

Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов. 1989. – М., Министерство ЖКХ РСФСР, АКХ им. Памфилова.

Методические указания по санитарной охране водоемов от загрязнения сточными водами целлюлозно-бумажной промышленности. 1978. – М., Минздрав СССР.

Мирный А. Н., Беньямовский Д. Н. и др. 1985. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест / под ред. А. Н. Мирного. – М., Стройиздат, 245 с.

Мирный А.Н., Абрамов и др. 2005. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест/под ред. А.Н. Мирного. – М., Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 315 с.

Мирный А.Н., Абрамов Н.Ф., Беньямовский Д.Н. и др. 1990. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест /под ред. А.Н. Мирного, 2-е изд., перераб. и доп. – М., Стройиздат, 413 с.

Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И. и др. 2010. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест. – М., Акад. коммун. хоз-ва им. К.Д. Памфилова, 367 с.

Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И., Корецкий В.Е. 2007. Коммунальная экология. Энциклопедический справочник. – М., Прима-Пресс Экспо, 806 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1970 году. 1971. Статистический ежегодник ЦСУ РСФСР. – М., Статистика, 468 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1980 году. 1981. Статистический ежегодник ЦСУ РСФСР. – М., Статистика, 406 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1985 году. 1986. Статистический ежегодник ЦСУ РСФСР. – М., Статистика, 398 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1990 году. 1991. Статистический ежегодник ЦСУ РСФСР. – М., Статистика, 592 с.

Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990 – 2014 гг.. 2016. – М., Росгидромет. - Электрон. дан. - Режим доступа: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/9492.php- Загл. с экрана. - Яз. рус.

Постановление администрации муниципального района Сергиевский Самарской области от 18.12.2013 г. № 1464 «Об утверждении муниципальной программы «Обращение с отходами на территории муниципального района Сергиевский на 2014-2016 годы»» - Электрон. дан. - Режим доступа: Официальный сайт Сергиевского района http://www.sergievsk.ru/government/programmyi/- Загл. с экрана. - Яз. рус.

Постановление Правительства Нижегородской области от 06.03.2009 г. № 104 «Об утверждении областной целевой программы «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Нижегородской области на 2009-2014 годы»» - Электрон. дан. - Режим доступа: ИСС «Техэксперт» http://docs.cntd.ru/document/944938361- Загл. с экрана. - Яз. рус.

Постановление Правительства Республики Калмыкии от 28.06.2012 г. № 229 «О республиканской целевой программе «Комплексная система управления отходами и вторичными материальными ресурсами Республики Калмыкия на 2013-2020 годы» - Электрон. дан. - Режим доступа: ИСС «Техэксперт» http://docs.cntd.ru/document/460201361- Загл. с экрана. - Яз. рус.

Распоряжение Правительства РФ от 01.03.2006 N 278-р «О создании российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, принятым в г. Монреале 16 сентября 1987 г.» 2006. – Собрание законодательства РФ, №10, с. 1137.

СанПиН 2.1.5.980-00. 2000. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М., Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ.

СанПиН 2.1.7.1322-03. 2003. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. – М., Деан, 32 с.

Сафонов Г.В. 2004. Управление парниковыми газами в России: региональные проекты и инициативы бизнеса. – М., Центр экологической политики России, 86 с.

Систер В. Г., Мирный А. Н., Скворцов Л. С. и др. 2001. Справочник. Твердые бытовые отходы: сбор, транспорт и обезвреживание. – М., Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, 319 с.

СНиП 2.04.03-85. 1986. Канализация. Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР, – М., 141 с.

СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99*. 2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99». – М., Минрегион России, 124 с.

СП 2.1.7.1038-01. 2001. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. – М., Минздрав России, Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 33.

СП 32.13330.2012. 2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Минрегион России. – М., ФАУ «ФЦС», 106 с.

Сперанская О., Цитцер О. Стойкие органические загрязнители: обзор ситуации в России.2004. – М., 45 с.

ЦБСД. 2016. Центральная база статистических данных Росстата - Электрон. дан. - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru- Загл. с экрана. - Яз. рус.

FAOSTAT 2016 - Электрон. дан. - Режим доступа: http://http://faostat3.fao.org/ – Загл. с экрана. – Яз. англ.

References

Abramov N.F., Borisov Iu.A, Vorob'ev V.A. 1991. *Otchet po teme: «Predvaritel'naia otsenka velichiny emissii metana i uglekislogo gaza v atmosferu ot svalok tverdykh otkhodov, prognoz na 2000 - 2010 g.»* [The report on the theme: "an estimate emissions of methane and carbon dioxide in the atmosphere from solid waste disposal sites, the forecast for 2000 - 2010"]. Moscow, Academy of municipal economy Publ., 70 p.

Vasil'ev B.V., Grigor'eva Zh.L. 2006. Obrabotka i utilizatsiia osadkov stochnykh vod v Sankt-Peterburge [Treatment and disposal of sewage sludge in St. Petersburg]. *Vodosnabzhenie i sanitarnaia tekhnika – Water supply and sanitary technique*, no 9, ch. 1, pp. 58-62.

Volynkina E. P., Zaitseva T. N. 2010. Inventarizatsiia poligonov i svalok TBO v Rossii i otsenka ikh metanovogo potentsiala [Inventory of landfills and dumps solid waste in Russia and evaluation of their methane potential]. *Ekologiia i promyshlennost' Rossii – Ecology and industry of Russia* , no 1. pp. 30-31.

Giunter L.I., Gol'dfarb L.L. 1996. *Otchet po teme: «Opredelenie kolichestva i kharakteristik bytovykh i promyshlennykh (ot razlichnykh otraslei khoziaistva) stochnykh vod dlia otsenki emissii SN4 v atmosferu i utilizatsii biogaza, obrazui-*

ushchegosia pri obrabotke stochnykh vod v Rossii» [The report on the theme: "Identifying the number and characteristics of domestic and industrial (from different sectors of economy) wastewater to assess CH4 emissions to the atmosphere and utilization of biogas generated during wastewater treatment in Russia"]. Moscow, NPF BIFAR, Publ., 35 p.

EMISS. 2016. *Edinaia mezhvedomstvennaia informatsionno – statisticheskaia sistema - Elektron. dan. – Rezhim dostupa*: [Unified interdepartmental information – statistical system - Electron. Dan. – Mode of access: *https://www.fedstat.ru/ Zagl. s ekrana. Iaz. rus [*Title of screen. – Lang. eng].

Inventarizatsiia ob"emov vybrosov parnikovykh gazov v Leningradskoi oblasti. Otchet. 2015 g.[Inventory of greenhouse gas emissions in the Leningrad region. Report]. Moscow, The Ministry of housing and communal services of the RSFSR, the Akha them. Pamfilova Publ.

Instruktsiia po organizatsii i tekhnologii mekhanizirovannoi uborki naselennykh mest. 1980. [Instruction on the organization and technology of mechanical harvesting in residential areas]. Moscow,The Ministry of housing and communal services of the RSFSR, the Akha them. Pamfilova Publ.

Instruktsiia po proektirovaniiu, ekspluatatsii i rekul'tivatsii poligonov tverdykh bytovykh otkhodov. [Instruction on design, operation and rehabilitation of landfills]. 1998. Moscow,The Ministry of housing and communal services of the RSFSR, the Akha them. Pamfilova Publ.

ITS10-2015. 2015. *Ochistka stochnykh vod s ispol'zovaniem tsentralizovannykh sistem vodootvedeniia poselenii, gorodskikh okrugov* [Wastewater treatment with the use of centralized Sewerage systems for settlements and urban districts]. Moscow, Bureau BAT Publ., 377 p.

MGEIK 2006. 2006. *Rukovodiashchie printsipy natsional'nykh inventarizatsii parnikovykh gazov, t. 1-5.. – MGEIK, Khaiiama*.[Guidelines for national greenhouse gas inventories], vol. 1-5. IPCC, Hayama.

Metodicheskie ukazaniia po raschetu vybrosov zagriazniaiushchikh veshchestv v atmosferu ot musoroszhigatel'nykh i musoropererabatyvaiushchikh zavodov [Methodical instructions on calculation of emissions of pollutants into the atmosphere from waste incineration and waste recycling plants]. 1989. Moscow, The Ministry of housing and communal services of the RSFSR, the Akha them. Pamfilova Publ.

Metodicheskie ukazaniia po sanitarnoi okhrane vodoemov ot zagriazneniia stochnymi vodami tselliulozno-bumazhnoi promyshlennosti [The methodical guidelines for sanitary protection of reservoirs from pollution by waste waters of the pulp and paper industry]. 1978. Moscow. USSR Ministry of healf Publ.

Mirnyi A. N., Ben'iamovskii D. N. i dr. 1985. *Spravochnik. Sanitarnaia ochistka i uborka naselennykh mest / pod red. A. N. Mirnogo* [Reference. Sanitation and cleaning of populated areas, ed. by A. N. Mirnyi]. Moscow, Strojizdat Publ., 245 p.

Mirnyi A.N., Abramov i dr. 2005. *Spravochnik. Sanitarnaia ochistka i uborka naselennykh mest/ pod red. A.N. Mirnogo* [Reference. Sanitation and cleaning of populated areas, ed. by A. N. Mirnyi]. Moscow, Academy collectivetion economy. K. D. Pamfilova Publ., 315 p.

Mirnyi A.N., Abramov N.F., Ben'iamovskii D.N. i dr. 1990. *Spravochnik. Sanitarnaia ochistka i uborka naselennykh mest /pod red. A.N. Mirnogo, 2-e izd., pererab. i dop*. [Reference. Sanitation and cleaning of populated areas, ed. by A. N. The peace, 2nd ed., Rev.,]. Moscow, Strojizdat Publ., 413 p.

Mirnyi A.N., Skvortsov L.S., Pupyrev E.I. i dr. 2010. *Spravochnik. Sanitarnaia ochistka i uborka naselennykh mest* [Reference. Sanitation and cleaning of populated areas]. Moscow, Academy collectivetion economy. K. D. Pamfilova Publ., 367 p.

Mirnyi A.N., Skvortsov L.S., Pupyrev E.I., Koretskii V.E. 2007. *Kommunal'naia ekologiia. Entsiklopedicheskii spravochnik* [Communal ecology. Encyclopedic reference]. Moscow, Prima-Press Expo Publ., 806 p.

Narodnoe khoziaistvo RSFSR v 1970 godu. 1971. Statisticheskii ezhegodnik TsSU RSFSR [The national economy of the RSFSR in 1970. 1971. Statistical Yearbook of the CSO RSFSR]. Moscow, Statistics Publ., 468 p.

Narodnoe khoziaistvo RSFSR v 1980 godu. 1981. Statisticheskii ezhegodnik TsSU RSFSR [The national economy of the RSFSR in 1980. 1981. Statistical Yearbook of the CSO RSFSR]. Moscow, Statistics Publ., 406 p.

Narodnoe khoziaistvo RSFSR v 1985 godu. 1986. Statisticheskii ezhegodnik TsSU RSFSR [The national economy of the RSFSR in 1985. 1986. Statistical Yearbook of the CSO RSFSR]. Moscow, Statistics Publ., 398 p.

Narodnoe khoziaistvo RSFSR v 1990 godu. 1991. Statisticheskii ezhegodnik TsSU RSFSR [The national economy of the RSFSR in 1990. 1991. Statistical Yearbook of the CSO RSFSR]. Moscow, Statistics Publ., 592 p.

Natsional'nyi doklad o kadastre antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorbtsii poglotiteliami parnikovykh gazov, ne reguliruemykh Monreal'skim protokolom, za 1990 – 2014 gg.. 2016. Moscow, Elektron. dan. - Rezhim dostupa: *http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_-submissions/items/9492.php*- Zagl. s ekrana. - Iaz. rus. [National inventory report of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for 1990 – 2014.. 2016. Electron. Dan. Mode of access: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/9492.php the Title. screen. - Lang. Rus

Postanovlenie administratsii munitsipal'nogo raiona Sergievskii Samarskoi oblasti ot 18.12.2013 g. № 1464 «Ob utverzhdenii munitsipal'noi programmy «Obrashchenie s otkhodami na territorii munitsipal'nogo raiona Sergievskii na 2014-2016 gody»» [The resolution of administration of the municipal district of the Samara region, Sergievsky of 18.12.2013 No. 1464 "On approval of the municipal program "waste management in the municipal area of sergiyevskoye for 2014-

2016""] Elektron. dan. Rezhim dostupa: Ofitsial'nyi sait Sergievskogo raiona http://www.sergievsk.ru/government/programmyi/- Zagl. s ekrana. - Iaz. rus.

Postanovlenie Pravitel'stva Nizhegorodskoi oblasti ot 06.03.2009 g. № 104 «Ob utverzhdenii oblastnoi tselevoi programmy «Razvitie sistemy obrashcheniia s otkhodami proizvodstva i potrebleniia v Nizhegorodskoi oblasti na 2009-2014 gody»» [Resolution of the government of Nizhny Novgorod region dated 06.03.2009 № 104 "On approval of the regional target program "Development of system of the reference with production wastes and consumption in the Nizhniy Novgorod region for 2009-2014""] Elektron. dan. Rezhim dostupa: ISS «Tekhekspert» http://docs.cntd.ru/document/944938361- Zagl. s ekrana. - Iaz. rus.

Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kalmykii ot 28.06.2012 g. № 229 «O respublikanskoi tselevoi programme «Kompleksnaia sistema upravleniia otkhodami i vtorichnymi material'nymi resursami Respubliki Kalmykiia na 2013-2020 gody» [Resolution of the Government of the Republic of Kalmykia from 28.06.2012, № 229 "On the Republican target program "Integrated system of waste management and secondary material resources of Kalmykia Republic for 2013-2020"] Elektron. dan. Rezhim dostupa: ISS «Tekhekspert» http://docs.cntd.ru/document/460201361- Zagl. s ekrana. - Iaz. rus.

Rasporiazhenie Pravitel'stva RF ot 01.03.2006 N 278-r «O sozdanii rossiiskoi sistemy otsenki antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorbtsii poglotiteliami parnikovykh gazov, ne reguliruemykh Monreal'skim protokolom po veshchestvam, razrushaiushchim ozonovyi sloi, priniatym v g. Monreale 16 sentiabria 1987 g.» [The order of the Government of the Russian Federation from 01.03.2006 N 278-p "On establishment of Russian system for estimating anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol on substances that Deplete the ozone layer, adopted in Montreal on 16 September 1987,"] 2006. *Sobranie zakonodatel'stva RF – Meeting of the legislation of the Russian Federation*, no 10, p. 1137.

SanPiN 2.1.5.980-00. 2000. *Vodootvedenie naselennykh mest, sanitarnaia okhrana vodnykh ob"ektov. Gigienicheskie trebovaniia k okhrane poverkhnostnykh vod.* [Sanitation of populated areas, sanitary protection of water objects. Hygienic requirements to surface water protection]. Moscow. Federal center for sanitary inspection Ministry of health of the Russian Federation Publ.

SanPiN 2.1.7.1322-03. 2003. *Gigienicheskie trebovaniia k razmeshcheniiu i obezvrezhivaniiu otkhodov proizvodstva i potrebleniia* [Hygienic requirements to placing and neutralisation of production wastes and consumption]. Moscow, Dean Publ., 32 p.

Safonov G.V. 2004. *Upravlenie parnikovymi gazami v Rossii: regional'nye proekty i initsiativy biznesa* [The management of greenhouse gases in Russia: regional projects and business initiatives]. Moscow, Centre for environmental polcy Russia Publ., 86 p.

Sister V. G., Mirnyi A. N., Skvortsov L. S. i dr. 2001. *Spravochnik. Tverdye bytovye otkhody: sbor, transport i obezvrezhivanie* [Reference. Solid waste: collection, transport and disposal]. Moscow, Academy utilities them. K. D. Pamfilova Publ., 319 p.

SNiP 2.04.03-85. 1986. Kanalizatsiia. Naruzhnye seti i sooruzheniia. Gosstroi SSSR [SNiP 2.04.03-85. Sewerage. External networks and facilities. Gosstroy of the USSR]. Moscow, Gosstroy of the USSR Publ., 141 p.

SP 131.13330.2012 «SNiP 23-01-99*. 2012. *Stroitel'naia klimatologiia. Aktualizirovannaia redaktsiia* SNiP 23-01-99» ["SNiP 23-01-99*. 2012. Building climatology. The updated edition of SNiP 23-01-99]. Moscow, The Ministry Of Regional Development Publ., 124 p.

SP 2.1.7.1038-01. 2001. *Gigienicheskie trebovaniia k ustroistvu i soderzhaniiu poligonov dlia tverdykh bytovykh otkhodov* [Hygienic requirements to arrangement and maintenance of landfills for solid waste]. Moscow, The Ministry Of Health Of Russia Publ., *Biulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noi vlasti – Bulletin of normative acts of Federal Executive authoritie ,* no № 33.

SP 32.13330.2012. 2012. *Kanalizatsiia. Naruzhnye seti i sooruzheniia* [Sewerage. External networks and constructions]. Moscow, FAU «FCS» Publ., 106 p.

Speranskaia O., Tsittser O. 2004. Stoikie organicheskie zagriazniteli: obzor situatsii v Rossii. [Persistent organic pollutants: overview of the situation in Russia]. Moscow, 45 p.

TsBSD. 2016. *Tsentral'naia baza statisticheskikh dannykh Rosstata* - Elektron. dan. - Rezhim dostupa: *http://cbsd.gks.ru*- Zagl. s ekrana. - Iaz. rus. [The Central statistical database of Rosstat - Electron. Dan. - Mode of access: http://cbsd.gks.ru the Title. screen. - Lang. Rus.].

FAOSTAT 2016. Elektron. dan. - Rezhim dostupa: *http://http://faostat3.fao.org/* – Zagl. s ekrana. – Iaz. angl. [Mode of access: http://http://faostat3.fao.org/ the Title. screen. – Lang. eng].

Статья поступила в редакцию: 20.09.2016 *После переработки: 22.10.2016*